

JP-A-9-229858

Col.4 L.7-9

Two kinds of low-pass type optical filters F (central wavelengths of $3.7\mu\text{m}$ and $4.3\mu\text{m}$) are arranged in front of a photoreceptor 5 (the side of incidence of the photoreceptor 5).

Col. 5 L. 2-8

16 is an oval reflector 16 having the optical filters and a function of infrared ray shielding. The oval reflector 16 has a through hole 17 for passing infrared rays and a hole 18 for the optical filters F at positions to which a light source 4 and the photoreceptor 5 are opposed. An infrared passing member G made of a material such as sapphire and BaF_2 is attached to the through hole 17.

Col. 5 L.41-43

Because the light source 4 and the photoreceptor 5 can be arranged on a single circuit board 13, the configuration of the circuit board 13 can be also simplified.

Col. 5 L.46-47

The entire area of the circuit board 13 that includes the light source 4 and the photoreceptor 5 can be thermally stabilized.

資料 ①

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-229858

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int. Cl. ⁶

G01N 21/61

21/35

識別記号

F I

G01N 21/61

21/35

Z

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全7頁)

(21) 出願番号 特願平8-58464

(22) 出願日 平成8年(1996)2月20日

(71) 出願人 000155023

株式会社堀場製作所

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

(72) 発明者 操谷 俊之

京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地

株式会社堀場製作所内

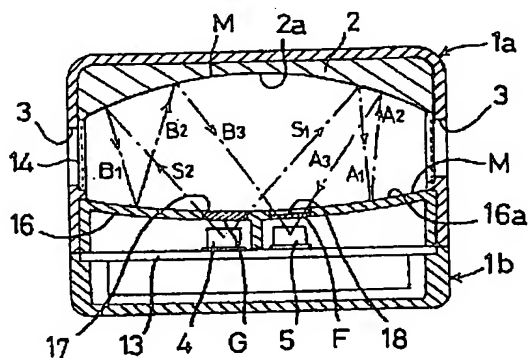
(74) 代理人 弁理士 藤本 英夫

(54) 【発明の名称】 赤外線ガス分析計

(57) 【要約】

【課題】 小型化および構造の簡素化を図ることができる赤外線ガス分析計を提供すること。

【解決手段】 凹面反射鏡2、16を対向させて配置し、一方の凹面反射鏡16側から他方の凹面反射鏡側2に向けて赤外光S₁、S₂が出射するように光源4を設け、この光源4から出射された赤外光S₁、S₂が両凹面反射鏡2、16間で多重反射した後、その反射光束A₁、B₁が集束する位置またはその近傍に受光器5を設け、両凹面反射鏡2、16間の空間に被測定ガスを含むガスを流入させ、その特性吸収の度合を測定するように構成してある。



- 1…金属ケース
- 2…楕円反射鏡（他方の凹面反射鏡）
- 4…光源
- 5…受光器
- 16…楕円反射鏡（一方の凹面反射鏡）
- S₁、S₂…光源から出射された赤外光
- A₁、B₁、A₂、B₂…多重反射光
- A₃、B₃…反射光束

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 凹面反射鏡を対向させて配置し、一方の凹面反射鏡側から他方の凹面反射鏡側に向けて赤外光が出射するように光源を設け、この光源から出射された赤外光が前記両凹面反射鏡間で多重反射した後、その反射光束が集束する位置またはその近傍に受光器を設け、前記両凹面反射鏡間の空間に被測定ガスを含むガスを流入させ、その特性吸収の度合を測定するよう構成したことを特徴とする赤外線ガス分析計。

【請求項 2】 前記 2 つの凹面反射鏡が、それぞれ異なる曲率を有する楕円形状の単一のミラーから構成され、一方の凹面反射鏡側に設けた回路基板上に光源と受光器を並設し、光源から出射された赤外光が、他方の凹面反射鏡で反射して平行光となり、続いて一方の凹面反射鏡で反射し、再度他方の凹面反射鏡で反射するよう多重反射を繰り返した後受光器に集束する請求項 1 に記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 3】 前記一方の凹面反射鏡が、楕円形状の単一のミラーから構成される前記他方の凹面反射鏡とは異なる曲率を有する楕円形状の複数のミラーを組み合わせる構成され、前記一方の凹面反射鏡側に設けた回路基板上には、1 つの光源と、前記複数のミラーの数に対応する数の受光器が並設され、光源から出射された赤外光が、前記複数のミラーと他方の凹面反射鏡との間で多重反射を繰り返した後各受光器に集束する請求項 1 に記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 4】 前記一方の凹面反射鏡が 2 つのミラーを組み合わせる構成されて 2 光路を形成する請求項 3 に記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 5】 前記一方の凹面反射鏡が 3 つのミラーを組み合わせる構成されて 3 光路を形成する請求項 3 に記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 6】 前記 2 つの凹面反射鏡は、両者共分割軸を境にして楕円形状の 2 つのミラーが組み合わせられて構成され、一方の凹面反射鏡側に設けた回路基板上には、1 つの光源と、4 つの受光器が並設されるとともに、分割軸同士を直交させた状態で 2 つの凹面反射鏡を対向させて配置し、光源から出射された赤外光が、2 つの凹面反射鏡間で多重反射を繰り返した後各受光器に集束する請求項 1 に記載の赤外線ガス分析計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、空調制御用ガスセンサやガス管理区域内に設置されるガス警報機あるいはガス濃度測定器などに使用される赤外線ガス分析計に関する。

【0002】

【従来の技術】赤外線吸収を利用した赤外線ガス分析計で用いられる吸収セルは、パイプ形状がとられることが多く、光源と検出器はこの吸収セルの両端に位置するの

が一般的である。

【0003】例えば、2 つの光源を採用したダブルビーム形の赤外線吸収方式の CO_2 ガス濃度計（以下、 CO_2 計という）の場合、基準ガスが流れる比較セルと、被測定ガスが流れる測定セルと、測定セルに対応する検出器および比較セルに対応する検出器の計 2 つの検出器とが設けられ、光学系ベンチが構成されている。そして、測定セルに対応する検出器は、その前面に CO_2 のみの特性吸収帯域の赤外光を通過させる光学フィルタ（例えば、中心透過波長 $4.3 \mu\text{m}$ のバンドパスフィルタ）を備える一方、比較セルに対応する検出器は、その前面に CO_2 に対して吸収帯域のないところの波長の赤外光を通過させる光学フィルタ（例えば、中心透過波長 $3.7 \mu\text{m}$ のバンドパスフィルタ）を備え、光源から等しく出された赤外線は、測定セル中の CO_2 により吸収され、各検出器から出力された検出信号を演算処理することにより CO_2 ガスの濃度値を出力する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記構成の CO_2 計を、空調制御用ガスセンサやガス管理区域内に設置されるガス警報機あるいはガス濃度測定器として使用するためには、光学系ベンチの構造を小型化、かつ簡素化することが望まれるけれども、上記構成では、光源と検出器の開き角を大きくとれないため、感度を上げるには、光路長（吸収長）をできるだけ長くするしかなく、セル長の長い吸収セルが要求され、 CO_2 計全体の構成が大型化する。その上、光源と検出器を吸収セルの両端に設置せざるを得ないため、光源や検出器への配線が必要であり、そのための電気回路の構成が複雑である。

【0005】この発明は、上述の事柄に留意してなされたもので、その目的は、小型化および構造の簡素化を図ることができる赤外線ガス分析計を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明は、凹面反射鏡を対向させて配置し、一方の凹面反射鏡側から他方の凹面反射鏡側に向けて赤外光が出射するように光源を設け、この光源から出射された赤外光が前記両凹面反射鏡間で多重反射した後、その反射光束が集束する位置またはその近傍に受光器を設け、前記両凹面反射鏡間の空間に被測定ガスを含むガスを流入させ、その特性吸収の度合を測定するよう構成してある。

【0007】この発明では、光源から出射された赤外光の反射光束が集束する位置またはその近傍に受光器を設けているので、赤外吸収に係る光路の開き角を大きくできるとともに、凹面反射鏡を対向させて配置しているので、多重反射が可能となり、1 つの凹面反射鏡を設けた場合に比して、折り返し光路を増大できる。

【 0 0 0 8 】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態を、図面に基いて説明する。図 1、図 2 はこの発明の第 1 の実施形態の赤外線ガス分析計を示し、図 3 は動作を示す図である。この第 1 の実施形態では、赤外線ガス分析計として CO_2 ガス濃度計（以下、 CO_2 計という）を採用している。

【 0 0 0 9 】図 1 ～図 4 において、1 は、金属製の上部ケース 1 a、金属製の下部ケース 1 b からなる 1 つの金属ケースで、上部ケース 1 a の内面に楕円形状の単一のミラー（凹面反射鏡の一例）2 が形成されている。この楕円反射鏡 2 の材質は、例えば鋳造用金属または射出成形用合成樹脂（ABS など）であり、公知の方法で形成され、楕円反射鏡 2 の表面 2 a には赤外域で高い反射率を示す金属（金、アルミニウム、クロムなど）M が蒸着されたり、コーティングされている。

【 0 0 1 0 】3 は、上部ケース 1 a の 4 つの側面に設けられた正面視矩形の開口部で、この開口部 3 は各側面に複数個形成されており、被測定ガスはこれら開口部 3 より、自然拡散により CO_2 計内に流入する。

【 0 0 1 1 】4 は光源で、例えばタングステンランプであり、後述する回路基板 1 3 上に配置されている。そして、電氣的に光源 4 をオン・オフする直接変調方式を採用している。

【 0 0 1 2 】5 は、回路基板 1 3 上に光源 4 と並べて配置されている受光器で、例えば焦電型赤外線センサ（ PbS 、 PbSe などの量子型検出器、あるいは、サーモパイルでもよい）であり、この受光器 5 はデュアルツインタイプに構成されている。具体的に説明すると、図 4 において、受光器 5 の容器 2 1 の上面部のほぼ中央に開口部 A が形成され、この開口部 A を閉塞するように赤外線透過性の窓材 B が取り付けられている。この窓材 B はサファイア、 BaF_2 等の材料からなり、容器 2 1 内には例えば PZT（チタン酸ジルコン酸鉛系セラミックス）よりなる赤外線検出素子 6 が収容され、この赤外線検出素子 6 には、4 つの受光素子 7、8、9、10 が形成されている。受光素子 7 と 8、受光素子 9 と 10 は、同一形状、同一受光面積を有し、対称（受光素子 7 と 8、受光素子 9 と 10 がそれぞれ線対称）にしかも近接した状態で、例えば「田」字状に配置されている。そして、受光素子 7 と 8 とで一对のデュアル素子 1 1 を構成し、受光素子 9 と 10 とでもう一对のデュアル素子 1 2 を構成している。そして、前記受光素子 7 と 8、9 と 10 は、それらの電極（符号 +、- で示す）が直列逆接続されており、更に、デュアル素子 1 1、1 2 は、インピーダンス変換用の FET、時定数調整用の高抵抗、デュアル素子 1 1、1 2 に電圧を供給するための電源端子等で電氣的接続され、それらの受光素子 7 ～ 10 が全て赤外光を受光するのではなく、図 4 に示すように、それぞれにおける一方の受光素子 7、9 に外部の赤外光が入射するよう

に、窓材 B の表裏（上下）両面に遮光部 1 9（図中、仮想線で示すハッチング部分）を設け、受光素子 7、9 に対応する部分のみを光透過部 2 0（図中、白抜き部分）とし、他方の受光素子 8、10 には外部の赤外光が入射しないようにして、受光素子 8、10 を例えば温度補償用としている。

【 0 0 1 3 】また、受光器 5 の前面（受光器 5 の入射側）には、2 種類（中心波長 $3.7 \mu\text{m}$ と $4.3 \mu\text{m}$ ）の狭帯域透過型の光学フィルタ F_1 が設置されている。この光学フィルタ F_1 は、2 種類の特性を有するフィルタ F_1 、 F_2 からなり、例えば、一方の受光素子 7 と 8 の前面に CO_2 に対して吸収帯域のないところの波長の赤外光を通過させる光学フィルタ F_1 を設けることで、受光素子 7 と 8 は、 CO_2 の特性吸収の無い波長 $3.7 \mu\text{m}$ のみに感度を有する。そして、他方の受光素子 9 と 10 の前面に CO_2 のみの特性吸収帯域の赤外光を通過させる光学フィルタ F_2 を設けることで、受光素子 9 と 10 は、 CO_2 の特性吸収帯である $4.3 \mu\text{m}$ のみに感度を有する。この 2 種類の光学フィルタ F_1 、 F_2 は、後述するもう 1 つの楕円形状の単一のミラー（凹面反射鏡の一例）1 6 に形成された光学フィルタ設置用穴 1 8（図 1 参照）に設置される。

【 0 0 1 4 】1 3 は回路基板で、この回路基板 1 3 上に、光源 4 と受光器 5 が直上の楕円反射鏡 1 6 に対向させる形で配置されている。そして、受光器 5 は、例えば、図 3 に示すように、光源 4 から楕円反射鏡 2 に向かって放射状に出射された赤外光 S_1 、 S_2 が、楕円反射鏡 2 で反射して平行光 A_1 、 B_1 となり、続いて楕円反射鏡 1 6 で反射し、再度楕円反射鏡 2 で反射するよう多重反射を繰り返した後集束するよう配置されている。回路基板 1 3 は、光源 4 と受光器 5 を含めて 1 つの金属ケース 1 に覆われている。なお、この回路基板 1 3 には、図示しない電気回路が形成されている。すなわち、光源 4 に電流を供給する定電流駆動回路、受光器 5 の 2 つの出力をそれぞれ増幅し演算する、受光出力の増幅・演算回路、指示校正回路、電圧安定化回路などが形成されており、更に、 CO_2 ガスの濃度値を電圧または電流の形で伝送するか、または警報信号を出力する外部出力回路が形成されている。また、これらの出力をコントロールパネルに伝送する場合には、送信回路を具備してもよい。要するに、光源 4 と受光器 5 は、上述の電気回路を含めて 1 つの回路基板 1 3 上に形成されており、さらに回路基板 1 3 および 2 つの楕円反射鏡 2、1 6 は 1 つの金属ケース 1 内に収納・固定されている。したがって、周囲温度の変化に対しても指示値が安定するとともに、外部のノイズに対しても強い CO_2 計が容易に得られる。

【 0 0 1 5 】1 4 は、ゴミや粉塵の流入防止のためのフィルタで、楕円反射鏡 2 と楕円反射鏡 1 6 との間の上部ケース 1 a の側面に形成された開口部 3 を覆うように配

置される。

【0016】16は、前記光学フィルタを搭載する楕円反射鏡16で、赤外光を遮蔽する機能も有する。この楕円反射鏡16は、光源4および受光器5に対応する位置にそれぞれ、赤外光の通過穴17および前記光学フィルタFが設置される穴18を有する。そして、通過穴17にはサファイア、BaF₂等の材料からなる赤外線透過部材Gが取り付けられている。なお、楕円反射鏡16の材質は楕円反射鏡2と同一であり、また、楕円反射鏡16の表面16aには赤外域で高い反射率を示す金属Mが蒸着されたり、コーティングされている。そして、反射光束A₁、B₁を効率よく受光器5に集束させる点から、2つの楕円反射鏡2、16は、それぞれ異なる曲率を有する楕円形状の単一のミラーから構成されるのが好ましく、しかも楕円反射鏡2よりも光源4・受光器5側の楕円反射鏡16の曲率を大に設定するのが好ましい。

【0017】以下動作について説明する。図3において、光源4から通過穴17を介して楕円反射鏡2に向かって放射状に出射された赤外光S₁、S₂は楕円反射鏡2で反射して平行光A₁、B₁となる。この平行光A₁、B₁は楕円反射鏡16で反射する。この反射光A₁、B₁は再び楕円反射鏡2に戻り、もう一度反射し、この反射光A₁、B₁が受光器5に集光される。すなわち、光源4から出た光束は楕円反射鏡2で2回、楕円反射鏡16で1回、合計3回折り返すことになり、従来に比べて4倍の光路長（吸収長）を得ることができる。また、赤外吸収に係る光路の開き角（光源4の開き角、受光器5の受光角）を大きくとれるため、従来構造よりも発光の伝達効率を高くできる。

【0018】このように、楕円反射鏡16側に光源4と受光器5を、楕円反射鏡2に対向させる形で同一回路基板13上に配置して受光器5内の受光素子7、9に反射光A₁、B₁が集束するように構成したので、多重反射が可能となる。したがって、赤外吸収に係る光路を折り返し型に、しかも従来の4倍の光路長（セル内を2往復）が得られるため、例えば、1つの凹面反射鏡を設けた場合に比して、十分な吸収長を持ちながら、かつ小型でも十分な赤外吸収を得ることができ、受光器5の2つの出力を演算処理することによりCO₂ガスの濃度値または警報を出力して空調制御が確実に行える。

【0019】また、光源4と受光器5を1つの回路基板13上に設置できるため、回路基板13の構成も簡素化できる。さらに、従来の構成に比べて、部品点数を減らすことができ、ケース内部の構成を簡素化できる。しかも光源4と受光器5を含む回路基板13全体を熱的に安定化させることができるので、周囲温度の変化に対しても指示値の変化は少なく、また、外部のノイズに対しても強いCO₂計が容易に得られる。

【0020】なお、この実施形態では、光源4をオン・オフする直接変調方式を採用したものを示したが、光源

側または受光器側に機械式の光断続器を設けてもよい。

【0021】また、上記実施形態では凹面反射鏡として、1枚のミラー片により構成される（1面の）楕円反射鏡2、16を対向させて多重反射できるようにし、楕円反射鏡16側に光源4と、感度波長の異なる2つのデュアル素子11およびデュアル素子12が内蔵された受光器5とにより構成された2往復の折り返し光路を有する、CO₂の1成分を測定対象成分とするCO₂計を示したが、複数のミラー片を組み合わせたマルチセグメントミラーにより構成される（複数面の）楕円反射鏡を、一方の楕円反射鏡に採用することにより、マルチ光路を有するCO₂計を得ることができる。

【0022】図5は、光源・受光器側の楕円反射鏡として、2枚のミラー片により構成されるものを用いて2光路を形成することにより、CO₂とCOの2成分を同時に検出できるようにしたこの発明の第2の実施形態を示す。なお、図5において、図1～図3と同一符号のものは、同一または相当物である。

【0023】図5は、CO₂とCOの2成分を同時に検出できるガスセンサを示す図である。図5において、30は、2枚のミラー片31、32により構成される光源4・受光器33、34側の楕円反射鏡である。2つの楕円反射鏡31、32は、反射光束を効率よく受光器33、34に集束させる点から、楕円形状の単一のミラーから構成される楕円反射鏡2とは異なる曲率を有するように構成されるのが好ましく、しかも楕円反射鏡2よりも楕円反射鏡31、32の曲率を大に設定するのが好ましい。

【0024】上記第1の実施形態と異なる点は、単一のミラーから構成される楕円反射鏡16の代わりに2つの楕円反射鏡31、32を設けた点と、楕円反射鏡31および楕円反射鏡2間、楕円反射鏡32および楕円反射鏡2間それぞれで多重反射した光を、楕円反射鏡31直下の回路基板13上に設置した受光器33および楕円反射鏡32の直下の回路基板13上に設置した受光器34に集光させる点である。31aは楕円反射鏡31の表面を示し、32aは楕円反射鏡32の表面を示す。33はCO₂測定用受光器であり、また、34はCO測定用受光器であって、これら受光器33、34は上記第1の実施形態で用いた受光器5と同一構成であり、それぞれ図4に示すようなデュアルツインタイプに構成されている。そして、CO測定用受光器34は、その前面（受光器34の入射側の光学フィルタ設置用穴58）に2種類の、上述した光学フィルタFとは異なる特性を有する狭帯域透過型の光学フィルタfを有する。すなわち、楕円反射鏡32に形成された光学フィルタ設置用穴58には、2種類（中心波長3.7μmと4.7μm）の狭帯域透過型の光学フィルタf₁、f₂が設置されている。例えば、受光器32を構成する一方のデュアル素子（例えば、図4に示されるデュアル素子11）の前面にCOに

対して吸収帯域のないところの波長の赤外光を通過させる光学フィルタ f_1 を設けることで、一方のデュアル素子は、 CO の特性吸収の無い波長 $3.7 \mu m$ のみに感度を有する。そして、他方のデュアル素子（例えば、図 4 に示されるデュアル素子 12）の前面に CO のみの特性吸収帯域の赤外光を通過させる光学フィルタ f_1 を設けることで、他方のデュアル素子の特性吸収帯である $4.7 \mu m$ のみに感度を有する。

【0025】而して、被測定ガスは上部ケース 1 a 側面の開口部 3 より、自然拡散によりケース 1 内に流入する。そして、光源 4 から通過穴 17 を介して楕円反射鏡 2 に向かって放射状に出射された赤外光 S_1 、 S_2 は、楕円反射鏡 2 で反射して、平行光 A_1 、 B_1 となる。この平行光 A_1 は楕円反射鏡 32 で反射する一方、平行光 B_1 は楕円反射鏡 31 で反射する。反射光 A_2 、 B_2 は再び楕円反射鏡 2 に戻り、もう一度反射し、反射光 A_3 が受光器 34 に集光され、反射光 B_3 が受光器 33 に集光される。すなわち、光源 4 から出た光束は、楕円反射鏡 2 で 2 回、楕円反射鏡 31 で 1 回、合計 3 回折り返すとともに、楕円反射鏡 2 で 2 回、楕円反射鏡 32 で 1 回、合計 3 回折り返すことになり、従来に比べて 4 倍の光路長（吸収長）を得ることができる。また、赤外吸収に係る光路の開き角（光源 4 の開き角、受光器 5 の受光角）を大きくとれるため、従来構造よりも発光の伝達効率を高くできる。

【0026】なお、 CO_2 と CO は、感度比が異なるので、各ミラー片の形状を感度比に応じて適切なものに予め設定しておくのが好ましい。すなわち、ミラー片の分割比（面積比）を変えることにより感度アップを行い、 CO_2 、 CO ごとに光学利得を変えることが可能である。例えば、 CO は CO_2 に比して高感度であるので、測定濃度レンジが同じであれば楕円反射鏡 31 の面積を楕円反射鏡 32 のものよりも大に設定すればよい。

【0027】このように、測定する CO_2 、 CO といった感度比の異なるガス種に対しても 2 光路を形成できる上に、楕円反射鏡 31、32 の分割比を変えることにより、 CO_2 、 CO ごとに光学利得を変えることができるため、回路設計の負担も低減できる。

【0028】図 6 は、 CO_2 、 CO 、 HC の 3 つの成分を同時に検出できるようにしたこの発明の第 3 の実施形態を示す。なお、図 6 において、図 1～図 5 と同一符号のものは、同一または相当物である。上記第 1 の実施形態と異なる点は、単一のミラーから構成される楕円反射鏡 16 の代わりに 3 つの楕円反射鏡 35、36、37 を設けた点と、楕円反射鏡 35 および楕円反射鏡 2 間、楕円反射鏡 36 および楕円反射鏡 2 間ならびに楕円反射鏡 37 および楕円反射鏡 2 間それぞれで多重反射した光を、楕円反射鏡 35 直下の回路基板 13 上に設置した CO_2 測定用受光器（図示せず）、楕円反射鏡 36 の直下の回路基板 13 上に設置した CO 測定用受光器（図示せ

ず）および楕円反射鏡 37 の直下の回路基板 13 上に設置した HC 測定用受光器（図示せず）に集光させる点である。各測定用受光器は、上記第 1 の実施形態で用いたものと同一構成であり、それぞれ図 4 に示すようなデュアルツインタイプ（4 受光部を有する検出器）に構成されている。

【0029】そして、3 つの楕円反射鏡 35、36、37 は、反射光束を効率よく各受光器に集束させる点から、楕円形状の単一のミラーから構成される楕円反射鏡 2 とは異なる曲率を有するよう構成されるのが好ましく、しかも楕円反射鏡 2 よりも楕円反射鏡 35、36、37 の曲率を大に設定するのが好ましい。

【0030】そして、楕円反射鏡 35 における CO_2 測定用受光器の前面には、光学フィルタ F を有する光学フィルタ設置用穴 18 が形成され、楕円反射鏡 36 における CO 測定用受光器の前面には、光学フィルタ f を有する光学フィルタ設置用穴 58 が形成され、また、楕円反射鏡 37 における HC 測定用受光器の前面には、 HC 用の特定の光学フィルタ K を有する光学フィルタ設置用穴 60 が形成されている。

【0031】而して、光源・受光器側の 3 つの楕円反射鏡 35、36、37 を、1 つの楕円反射鏡 2 に対向させて配置したので、3 光路化が容易に実現できる。そして、光源 4 から出た光束は、楕円反射鏡 35 および楕円反射鏡 2 間においては、楕円反射鏡 2 で 2 回、楕円反射鏡 35 で 1 回、合計 3 回折り返すとともに、楕円反射鏡 36 および楕円反射鏡 2 間においては、楕円反射鏡 2 で 2 回、楕円反射鏡 36 で 1 回、合計 3 回折り返し、さらに、楕円反射鏡 37 および楕円反射鏡 2 間においては、楕円反射鏡 2 で 2 回、楕円反射鏡 37 で 1 回、合計 3 回折り返すことになり、従来に比べてそれぞれ 4 倍の光路長（吸収長）を得ることができる。また、赤外吸収に係る光路の開き角（光源 4 の開き角、受光器の受光角）を大きくとれるため、従来構造よりも発光の伝達効率を高くできる。

【0032】図 7 は、 CO_2 、 CO 、 HC の 3 つの成分を同時に検出できるようにしたこの発明の第 4 の実施形態を示す。なお、図 7 において、図 1～図 6 と同一符号のものは、同一または相当物である。上記第 3 の実施形態と異なる点は、単一のミラーから構成される楕円反射鏡 2 の代わりに 2 つのミラー片 70、71 から構成される楕円反射鏡 72 を用い、かつ光源・受光器側にも 2 つのミラー片 73、74 から構成される楕円反射鏡 75 を設けた点である。しかも、2 つの楕円反射鏡 72、75 は、両者共分割軸 L 、 N 同士を直交させた状態で対向配置しており、これにより、反射光束を効率よく各測定用受光器に集束させることができる。80 は、回路基板 13 上に光源 4 と並べてミラー片 74 に対向して配置された比較用受光器（図示せず）のための光学フィルタ設置用穴で、光学フィルタ P を有する。

【0033】なお、CO₂、CO、HC各測定用受光器は、上記第1～3の各実施形態で用いたデュアル素子11、12からなるデュアルツインタイプのものではなく、図4において、例えば、デュアル素子11だけ、あるいは、デュアル素子12だけから構成されたデュアルタイプのもを使用している。したがって、第4の実施形態では、上述した比較用受光器が必要となる。この比較用受光器も勿論デュアルタイプのもを使用している。

【0034】なお、上記各実施形態では、凹面反射鏡として楕円反射鏡を用いたものを示したが、同様の機能を有するものであれば放物面を有する反射鏡やその他の球面形状を有する反射鏡を用いてもよい。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、この発明においては、凹面反射鏡を対向させて配置し、一方の凹面反射鏡側から他方の凹面反射鏡側に向けて赤外光が射出するように光源を設け、この光源から射出された赤外光が前記両凹面反射鏡間で多重反射した後、その反射光束が集束する位置またはその近傍に受光器を設けているので、赤外吸収に係る光路の開き角を大きくできるとともに、2往復の折り返し光路を形成できる。したがって、小型でも十分な赤外吸収を得ることができ、受光器の出力を演算処理することによりガス種の濃度値または警報を出力して空調制御が確実に行える。

【0036】また、光源と受光器を1つの回路基板上に設置できるため、回路基板の構成も簡素化できる。さらに、従来の構成に比べて、部品点数を減らすことができ、ケース内部の構成を簡素化できる。しかも光源と受光器を含む回路基板全体を熱的に安定化させることがで

きる。周囲温度の変化に対しても指示値の変化は少なく、また、外部のノイズに対しても強い赤外線ガス分析計が容易に得られる。

【0037】更に、複数のミラー片を組み合わせたマルチセグメントミラーにより構成される凹面反射鏡を用いることにより、マルチ光路化が容易に実現できる。したがって、多成分化も容易であり、かつ、感度比の異なるガス種に対してもミラー片の分割比を変えることにより、ガス種ごとに光学利得を変えることができるため、回路設計の負担も低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態を示す分解斜視図である。

【図2】上記第1の実施形態を示す全体斜視図である。

【図3】上記第1の実施形態を示す構成説明図である。

【図4】上記第1の実施形態で用いた受光器を示す図である。

【図5】この発明の第2の実施形態を示す構成説明図である。

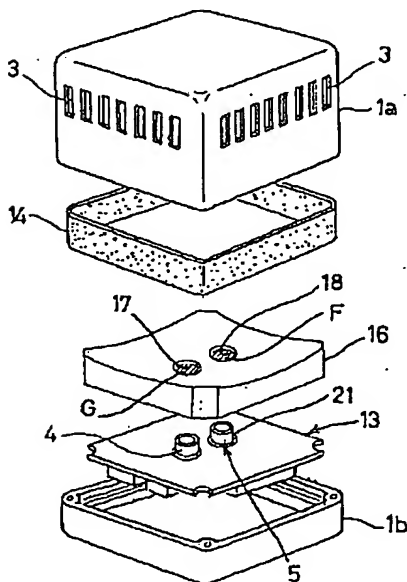
【図6】この発明の第3の実施形態を示す要部斜視図である。

【図7】この発明の第4の実施形態を示す要部斜視図である。

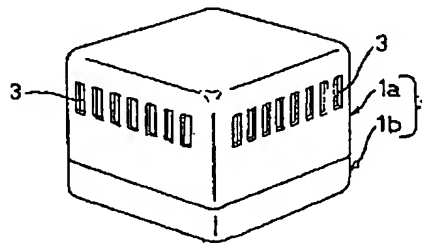
【符号の説明】

1…金属ケース、2…楕円反射鏡（他方の凹面反射鏡）、4…光源、5…受光器、16…楕円反射鏡（一方の凹面反射鏡）、S₁、S₂…光源から射出された赤外光、A₁、B₁、A₂、B₂…多重反射光、A₃、B₃…反射光束。

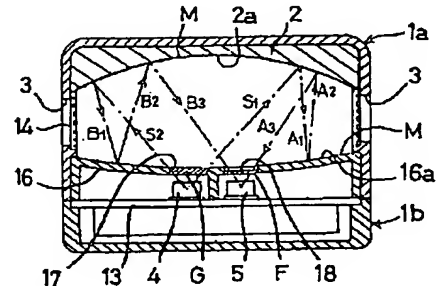
【図1】



【図2】

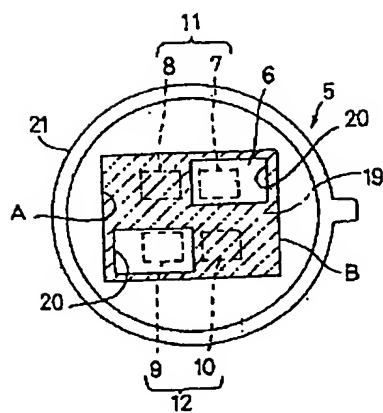


【図3】

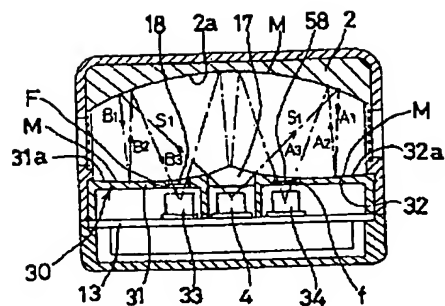


- 1…金属ケース
- 2…楕円反射鏡（他方の凹面反射鏡）
- 4…光源
- 5…受光器
- 16…楕円反射鏡（一方の凹面反射鏡）
- S₁、S₂…光源から射出された赤外光
- A₁、B₁、A₂、B₂…多重反射光
- A₃、B₃…反射光束

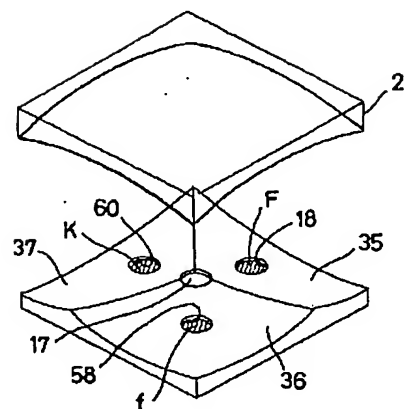
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

